

## Forschungsprojekt „Modellierung, Simulation und Regelung komplexer klimatechnischer Anlagen“ am Institut für Regelungs- und Automatisierungstechnik

Klimatechnische Anlagen werden in erster Linie dazu verwendet, die Lufttemperatur und die Luftfeuchte in Räumen auf gewünschte Werte einzustellen. Dazu werden die zu klimatisierenden Räume mit entsprechend „aufbereiteter“ Zuluft versorgt. Für die Aufbereitung der Zuluft sind typischerweise Kühlregister (zum Senken der Temperatur und Luftfeuchte), Heizregister (zum Erhöhen der Temperatur) und Befeuchter (zum Erhöhen der Feuchte) eingebaut. Die Zuluft wird durch Luftkanäle in die Räume transportiert.

Charakteristisch für derartige Anlagen ist die Tatsache, dass sie einen großen Betriebsbereich aufweisen. Das liegt einerseits an jahres- und tageszeitlich stark schwankendem Außenluftzustand, andererseits an zeitlich veränderlichen Wärmequellen im Raum. Um dennoch die gewünschte Lufttemperatur und die gewünschte Luftfeuchte einstellen zu können, müssen die Heiz-, Kühl- und Befeuchterleistung mit Hilfe von Reglern entsprechend angepasst werden.

In der Praxis erweist sich die Einstellung der Reglerparameter oft als sehr schwierig. Bei ungünstig gewählten Reglerparametern verweilt beispielsweise die Temperatur nicht auf dem gewünschten Wert, sondern „pendelt“ ständig zwischen Werten höherer und niedrigerer Temperatur, es tritt eine so genannte Dauerschwingung auf. Die Beseitigung solcher Dauerschwingungen durch „experimentelle“ Veränderung der Reglerparameter stellt oft

einen erheblichen Zeitaufwand dar und erfordert viel Erfahrung, da in der Regel wenig Information über das dynamische Verhalten der einzelnen Elemente der Regelstrecke bekannt ist. Das Ergebnis ist dann nicht selten eine Regelung, die zwar keine Dauerschwingung mehr hervorruft, allerdings sehr träge arbeitet. Das ist natürlich ebenso unerwünscht.

Das folgende Beispiel zeigt, wie Methoden der nichtlinearen Regelungstechnik dazu eingesetzt werden, die Dauerschwingung der Raumlufttemperatur einer realen klimatechnischen Anlage systematisch und mathematisch fundiert zu beseitigen. Die Dauerschwingung ist in der realen Anlage bereits dann aufgetreten, wenn die Zuluft lediglich erhitzt wurde, also nur das Heizregister in Betrieb war. Für die weitere Betrachtung besteht die Regelstrecke somit aus dem Heizregister, dem Luftkanal und dem Raum selbst.

Basierend auf mathematischen Modellen der oben angegebenen Komponenten kann nun unter Verwendung der Methode der harmonischen Balance (eine Standardmethode der nichtlinearen Regelungstheorie) die Dauerschwingung systematisch eliminiert werden, indem die Reglerparameter entsprechend verändert werden. Der so gefundene Regelkreis zeigt nun keine Dauerschwingung mehr.

Das Forschungsprojekt wird in Zusammenarbeit mit der Firma Fischer&Co Luft- und Klimatechnik in Graz (<http://www.fischer->



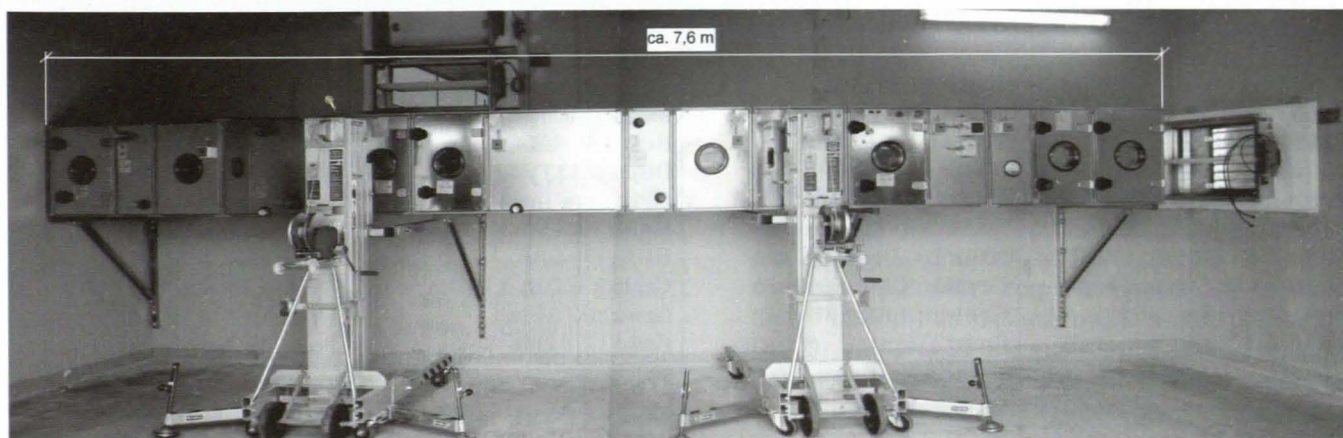
co.at) durchgeführt. Für die Durchführung von Versuchen an einer realen klimatechnischen Anlage wird derzeit von der Firma Fischer eine Forschungsanlage (siehe Bild 1) aufgebaut. Mit dieser Anlage können die mathematischen Modelle verifiziert und die bisher in Simulationen untersuchten Regelgesetze praktisch erprobt werden.

*Kontakt:*

DI Jakob Rehr

Email: [jakob.rehr@tugraz.at](mailto:jakob.rehr@tugraz.at)

Telefon: 0316 873 7037



**Bild 1:** Foto der Versuchsanlage